Kohlenstoffstern

Kohlenstoffsterne (englisch *carbon stars*) sind späte Riesensterne, ähnlich Roten Riesen oder gelegentlich Roten Zwergen.

Kohlenstoffsterne enthalten jedoch im Gegensatz zu den „normalen“ Roten Riesen mehr Kohlenstoff als Sauerstoff. Letzterer verbindet sich in den kühlen äußeren Schichten mit dem Kohlenstoff zu Kohlenmonoxid, was keine Spektrallinien im optischen Spektrum aussendet. Weitere Kohlenstoffatome bilden C_2-, C_3-, CH-, CN- und SiC_2-Moleküle beziehungsweise Molekülfragmente. Aus deren Spektren adsorbiert die „rußige“ Außenhülle der Sterne die blauen und gelben Licht-Anteile. Dies führt für den Beobachter zu ihrer ausgesprochen roten Erscheinung.

Dagegen enthält die Hauptmenge aller Sterne – zu denen auch unsere Sonne gehört – mehr Sauerstoff als Kohlenstoff. Solche Sterne werden *Sauerstoffsterne* (englisch *oxygen stars*) genannt; sie sind erkennbar an den dort vorherrschenden Spektrallinien von Metalloxiden, zumeist Titanoxiden.

Inhaltsverzeichnis

Spektren

Herkunft und Unterteilung

- Rote Riesen auf dem Asymptotischen Riesenast
- Massentransfer in Doppelsternsystemen
- Wasserstoffarme und veränderliche Kohlenstoffsterne
- J-Typ Kohlenstoffsterne
- DQ Weiße Zwerge

Veränderlichkeit

Siehe auch

Literatur

Einzelnachweise

Spektren

Das Spektrum der Kohlenstoffsterne wird charakterisiert durch die Swan-Banden vom C_2. Daneben finden sich noch Spektren weiterer schwerer Elemente, die als Nebenprodukte des Heliumbrennens (Drei-Alpha-Prozess) und durch den s-Prozess im Sterninneren entstanden sind und infolge Durchmischung an die Oberfläche transportiert werden. Dazu gehören insbesondere Lithium und Technetium, die in alten Sauerstoffsternen nicht nachweisbar sind.

Zur Spektralklassifikation wird heutzutage meist das Morgan-Keenan-System (siehe Leuchtkraftklasse) verwendet, das die Kohlenstoffsterne parallel zu den *normalen* Roten Riesen anordnet. Eine Spektralklasse von C5,4 (oder $C5,_4$) beschreibt einen Kohlenstoffstern C mit einer Oberflächentemperatur 5 (siehe Tabelle unten) und einer Stärke der Swan-Banden mit dem Index 4.

Spektraltyp	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Entspricht	G4-G6	G7-G8	G9-K0	K1-K2	K3-K4	K5-M0	M1-M2	M3-M4
T_{eff}	4500	4300	4100	3900	3650	3450	---	---

Herkunft und Unterteilung

Es gibt keine Kohlenstoffsterne in Sternentstehungsgebieten oder jungen offenen Sternhaufen. Daher wird angenommen, dass die Kohlenstoffatome sich in den späten Phasen der Sternentwicklung bilden. Eine Überhäufigkeit von Kohlenstoff wird bei fünf Klassen von Sternen beobachtet:

Rote Riesen auf dem Asymptotischen Riesenast

Die klassischen Kohlenstoffsterne auf dem Asymptotischen Riesenast sind ein Nebenprodukt des instabilen Heliumbrennens. In einer späten Phase kommt es episodisch alle 10.000 bis 100.000 Jahre zu einer explosiven Zündung des Drei-Alpha-Prozesses in einer Schale um den Kern. Der Stern gerät durch die zusätzliche Energie aus dem Gleichgewicht und durch Konvektion werden die neu entstandenen Elemente an die Sternoberfläche transportiert. Der Stern expandiert und das Heliumbrennen erlischt wieder. Neben Kohlenstoff werden auch kurzlebige radioaktive Isotope an die Sternoberfläche transportiert. Der Vorgang wird Helium-Blitz genannt.

Massentransfer in Doppelsternsystemen

Die zweite Klasse von Kohlenstoffsternen wird in Doppelsternsystemen gefunden. Hier durchläuft der eine Partner das oben beschriebene explosive Heliumbrennen und dehnt sich aus. Dabei wird Material aus seiner äußeren Schicht auf den Begleiter durch Sternwind transferiert, auf dem sich Kohlenstoff ansammelt. Der Spender erscheint durch den Materialverlust als leuchtschwacher Weißer Zwerg. Zu dieser Gruppe der Kohlenstoffsterne werden die Bariumsterne und die C-H-Sterne gezählt[1].

Wasserstoffarme und veränderliche Kohlenstoffsterne

Diese dritte Gruppe mit HdC-Sternen (Abk. HdC = Hydrogen deficit carbon stars) und Veränderlichen vom Typ RCB ist wenig verstanden. Es scheint sich nicht um Doppelsterne zu handeln und sie zeigen im Gegensatz zu den RCB-Sternen keinen Infrarotexzess. Die Veränderlichkeit dieser Sternklasse wird durch Rußwolken verursacht, die in unregelmäßigen Abständen von diesen wasserstoffarmen Sternen ausgestoßen werden. Die Rußwolken absorbieren das sichtbare Licht, das dann im Infraroten abgestrahlt wird.

J-Typ Kohlenstoffsterne

J-Typ Kohlenstoffsterne zeigen abweichend von den normalen Kohlenstoffsternen, die auch N-Typ-Kohlenstoffsterne genannt werden, eine Anreicherung von Stickstoff, ein niedriges $^{12}C/^{13}C$ Isotopenverhältnis, eine überdurchschnittliche Leuchtkraft, einen Mangel an s-Prozess-Elementen und sind Lithium-reich in ihren Sternatmosphären. Sie stellen circa 10 bis 15 % aller Kohlenstoffsterne in der Milchstraße. Alle diese Sterne sind Einzelsterne. Da über 50 % aller Sterne Bestandteile von Doppelsternsystemen sind wird vermutet, dass die J-Typ Kohlenstoffsterne aus Verschmelzungen zweier

Sterne hervorgegangen sind. Ihre chemische Zusammensetzung kann simuliert werden, wenn ein Weißer Zwerg und ein Roter Riese eine Common-Envelope-Phase durchlaufen, wobei der Weiße Zwerg in den Kern des Roten Riesen sinkt und mit ihm verschmilzt[2][3].

DQ Weiße Zwerge

Zeigen Weiße Zwerge in ihren Spektren Anzeichen für atomaren Kohlenstoff oder Kohlenstoffmoleküle so werden sie dem Spektraltyp DQ zugeordnet. Die Kohlenstoffverbindungen sind durch einen Mischvorgang aus dem C/O-Kern in die Atmosphäre der entarteten Sterne gelangt. Sie erreichen Temperaturen von 5.000 und bis zu 24.000 K.[4]

Veränderlichkeit

Wie alle Roten Riesen sind auch die Kohlenstoffsterne mit einem Spektraltyp später als C4 veränderlich. Im Vergleich zu den Sauerstoffsternen ist die Amplitude bei vergleichbarem Spektraltyp geringer, da die Titanoxid und Zirkonoxid-Banden temperaturempfindlicher sind als die Swan-Banden. Typische Vertreter der Kohlenstoffsterne sind La Superba (= Y Canum Venaticorum), John Russell Hinds „Blutroter Stern“ (Crimson Star)[5] (= R Leporis), IRC +10216 (= CW Leonis) sowie RU Camelopardalis, der ehemalige Cepheid.

Siehe auch

- Pekuliärer Stern

Literatur

- James B. Kaler: *Sterne und ihre Spektren. Astronomische Signale aus Licht*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg u. a. 1994, ISBN 3-86025-089-2.
- Harm J. Habing, Hans Olofson (Hrsg.): *Asymptotic Giant branch stars*. Springer, Berlin u. a. 2004, ISBN 0-387-00880-2 (Astronomy and Astrophysics Library).

Einzelnachweise

1. R.I. Hynes et al.: *CXOGBS~J173620.2--293338: A Candidate Symbiotic X-ray Binary Associated with a Bulge Carbon Star*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2013, arxiv:1310.2597v1 (https://arxiv.org/abs/1310.2597v1).
2. Xianfei Zhang and C. Simon Jeffery: *White-dwarf red-giant mergers, early-type R stars, J stars and lithium*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2013, arxiv:1301.0766 (https://arxiv.org/abs/1301.0766).
3. S. Sengupta, R. G. Izzard, H. H. B. Lau: *A nova re-accretion model for J-type carbon stars*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2013, arxiv:1310.1402v1 (https://arxiv.org/abs/1310.1402v1).
4. Paul Green: *Innocent Bystanders: Carbon Stars from the Sloan Digital Sky Survey*. In: *Astrophysics. Solar and Stellar Astrophysics*. 2013, arxiv:1301.4264 (https://arxiv.org/abs/1301.4264).
5. Richard Hinckley Allen: *Star-names and their meanings.* G. E. Stechert, New York 1899, S. 269.

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kohlenstoffstern&oldid=231715258“

Diese Seite wurde zuletzt am 11. März 2023 um 17:30 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative-Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.